

## Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae)

Insecticide effect of alternative products on *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae)

VILLIR LADYS GARCÍA V.<sup>1</sup>, ALBERTO SOTO G.<sup>2</sup> y TITO BACCA<sup>3</sup>

**Resumen:** *Trialeurodes vaporariorum* es considerado uno de los insectos plaga más importantes porque genera notables pérdidas económicas en varios cultivos en todo el mundo y su control en general depende de repetidas aplicaciones de insecticidas sintéticos convencionales, lo cual puede generar problemas ambientales. En este trabajo se estudiaron los efectos letales y sub-letales de extractos etanólicos de *Ricinus communis*, *Annona squamosa* y *Eucalyptus globulus* por su potencial para afectar el crecimiento poblacional de la mosca blanca, *T. vaporariorum*. Los efectos letales fueron estimados mediante un ensayo de toxicidad aguda para obtener las curvas dosis-respuesta y sus respectivas concentraciones letales. Los efectos sub-letales se analizaron estimando la tasa instantánea de crecimiento de la población (ri). Las concentraciones letales y sub-letales del extracto de *R. communis* fueron 1,79% y 1,22% del producto y 1,12% y 0,89% para *A. squamosa*, respectivamente, lo que indica que este extracto podría ser utilizado para el control de este insecto fitófago. En contraste, las concentraciones letales y sub-letales de este mismo extracto contra *E. globulus* fueron 38,1% y 31,18%, respectivamente, haciendo difícil su uso en el manejo de la plaga debido a sus elevados costos de producción. Los extractos de *R. communis* y *A. squamosa* muestran un alto potencial insecticida para ser considerado como una alternativa en el manejo integrado de las moscas blancas.

**Palabras clave:** Mosca blanca. Higuerrilla. Anón. Eucalipto. Insecticidas naturales.

**Abstract:** *Trialeurodes vaporariorum* is considered to be one of the most important insect pests because it generates noticeable economic losses in several crops worldwide and its control in general depends on repeated applications of conventional synthetic-insecticides; which can generate environmental problems. In this work, lethal and sub-lethal effects of ethanolic extracts from *Ricinus communis*, *Annona squamosa* and *Eucalyptus globulus* were studied by their potential to affect the population growth of the whitefly, *T. vaporariorum*. The lethal effects were estimated through an acute toxicity test to obtain dose-response curves and their respective lethal concentrations. Sub-lethal effects were analyzed estimating the instantaneous population growth rate (ri). It was found that lethal and sub-lethal concentrations of *R. communis* extract were 1.79% and 1.22% of product and 1.12% and 0.89% for *A. squamosa*, respectively, indicating that this extract could be used for the control of this phytophagous insect. In contrast, lethal and sub-lethal concentrations against *E. globulus* were 38.1% and 31.18% respectively making difficult its use in insect pest management because of its elevated costs of production. *R. communis* and *A. squamosa* extracts shows a high insecticide potential to be considered as an alternative in the integrated management of the whitefly *T. vaporariorum*.

**Key words:** Whitefly. Castor beans. Anon. Eucalyptus. Natural insecticides.

### Introducción

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) se ha convertido en una de las plagas que ocasiona mayores pérdidas económicas a nivel mundial en cultivos bajo invernadero (López *et al.* 2010). Ataca cerca de 250 especies de plantas, entre ellas frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), pimentón (*Capsicum annum* L.), zapallo (*Cucurbita maxima* Duchesne), berenjena (*Solanum melongena* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (Bueno *et al.* 2005; Cardona *et al.* 2005). Los adultos y las ninfas de *T. vaporariorum* causan daños directos al succionar la savia del floema, lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad del producto y disminuye la producción; igualmente ocasionan daños indirectos por la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve de sustrato para el crecimiento de un hongo de color

negro conocido como “fumagina” (Cardona *et al.* 2005; Inbar y Gerling 2008).

Para su control los productores utilizan insecticidas convencionales altamente tóxicos y con alta frecuencia de aplicación. El uso continuo de estos químicos trae como consecuencias: contaminación del medio ambiente con pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas, problemas de salud en humanos asociados principalmente con riesgos de intoxicación y la presencia de residuos de insecticidas en alimentos y entre otros efectos secundarios (Hughes *et al.* 2008; Jepson 2008).

De acuerdo a Dubey *et al.* (2011) existe un aumento en el uso de compuestos naturales para controlar plagas agrícolas, en respuesta a la presión de los consumidores para reducir o eliminar los aditivos de síntesis química en los alimentos. Horowitz *et al.* (2009) mencionan que el uso de insecticidas bioracionales, como los de origen botánico, son una herramienta útil y eficiente para disminuir los problemas de plagas

<sup>1</sup> Ingeniera Agrónoma, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. *ladys\_268@hotmail.com*. <sup>2</sup> Profesor Titular, Ph.D., Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. *alberto.soto@ucaldas.edu.co*. Autor para correspondencia. <sup>3</sup> Profesor Titular, Ph.D., Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto, Nariño, Colombia. *titobacca@gmail.com*.

en diferentes cultivos, reducir el uso de agroquímicos, rebajar los costos de producción a la vez de obtener productos sanos, más seguros y económicos dentro de un programa de manejo integrado de plagas, principalmente utilizados en agricultura orgánica.

Según Bailey *et al.* (2010), las plantas producen una amplia variedad de metabolitos secundarios que impiden y repelen a los herbívoros en su alimentación. Estos productos químicos incluyen por ejemplo, los terpenoides (aceites volátiles, tales como limoneno), compuestos fenólicos (taninos), alcaloides (nicotina), glucosinolatos (aceite de mostaza), entre otros compuestos tóxicos. Cuando se extraen y se concentran algunos de estos compuestos de la planta, se pueden utilizar como plaguicidas.

Para el manejo de poblaciones de *T. vaporariorum* se han evaluado varios extractos y aceites esenciales de plantas con potencial insecticida y se presentan como una alternativa viable y compatible para programas de manejo integrado de esta plaga. En este sentido, Choi *et al.* (2003) evaluaron el potencial de 53 aceites esenciales para el control de *T. vaporariorum* y encontraron como promisorios los aceites de: *Pimenta racemosa* (Mill.) J.W. Moore, *Carum carvi* L., *Eucalyptus globulus* Labill, *Citrus aurantiifolia* (Christm.), *Mentha pulegium* L., *Aniba rosaedora* Ducke, *Mentha spicata* L. y *Melaleuca alternifolia* Cheel. También se ha logrado identificar la potencialidad insecticida de extractos etanólicos de *Ficus carica* L. (Kim *et al.* 2005) y extractos metanólicos de *Melia azedarach* L. y *Peganum harmala* L. (Dehghani y Almadi 2013). Henao *et al.* (1999) evaluó el efecto de los extractos vegetales de ortiga *Urtica baccifera* (L.) Gaudich., caléndula *Calendula officinalis* L., diente de león *Taraxacum officinale* L., cebolla *Allium cepa* L. y pino *Pinus patula* Schlehd. & Cham. sobre *T. vaporariorum* en el cultivo de tomate, encontrando que los extractos de *P. patula* y *A. cepa* al 7%, reducen las poblaciones del insecto, afectando en mayor proporción el paso de los estados ninfa 3 a ninfa 4.

En la presente investigación se escogieron y se evaluaron el potencial insecticida de los extractos de higuerilla, anón y eucalipto para el control de *T. vaporariorum*. La higuerilla (*Ricinus communis* L.), produce metabolitos secundarios como albúminas (ricina) y alcaloides (ricinina) utilizados como nematicidas e insecticidas para el control de plagas en diferentes cultivos (Pita *et al.* 2004; Kouri *et al.* 2006; Rodríguez 2006). El anón (*Annona squamosa* L.) está compuesto principalmente por acetogeninas como la anonacina, anonastatina, anonin, asimicina y bullatanonina, también utilizadas como insecticidas, antimicrobianos y antihelmínticos (Fang *et al.* 1993; Florez y Mesa 2007). Por último, el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presenta los compuestos 1,8-cineol o eucaliptol,  $\alpha$ -pineno, bourboneno, limoneno y nerol, hidrocarburos y alcoholes monoterpénicos y sesquiterpénicos, aldehidos alifáticos, citronelal, carvona, acetato de citronelilo, geranilo y  $\alpha$ -terpinal. Todos ellos con efecto antialimentario, repelente e insecticida que inhiben el desarrollo y crecimiento de muchos insectos, como también actividades antibacteriana y antimicótica (Hmamouchi *et al.* 1990; Yañez *et al.* 2010).

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en los laboratorios y casas de malla de Entomología y de Procesos Agroindustriales de la Universidad de Caldas.

**Cría de moscas blancas.** La cría se inició con adultos colectados en campo en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas, localizada en la vereda Malteria, municipio de Manizales, Caldas. Los insectos se llevaron a una casa de malla, donde se colocaron en plantas de frijol como hospedero, de variedad calima de 30 días de edad sembradas en bolsas de polietileno de 8 x 12 cm utilizando como sustrato 3 partes de suelo y una de materia orgánica descompuesta. Las plantas se ubicaron en jaulas con marcos de madera (80 x 70 x 50 cm), forradas con tela de muselina. La identificación de los insectos se realizó en el laboratorio de Entomología de la Universidad de Caldas, utilizando las claves de Martin (1987).

**Extractos de plantas.** Para la obtención de los extractos se colectaron semillas de higuerilla y anón y hojas de eucalipto en los municipios de Manizales y Palestina, departamento de Caldas. También se recolectaron flores, semillas y hojas de las plantas para su identificación taxonómica en el Herbario de la Universidad de Caldas FAUC. Las muestras fueron lavadas con agua destilada y en el laboratorio de Procesos Agroindustriales se obtuvieron los extractos por el método de soxhlet (González *et al.* 2009). En breve, se vertieron 210 g de material vegetal previamente secado en estufa con 245 ml de etanol al 96% y 105 ml de agua destilada. Esta solución se dejó en maceración pasiva durante 24 h y se pasó por papel filtro Whatman de 45 micras, para luego ser llevada a un proceso de destilación tipo "flash", en un rotovapor Buchi Waterbath R-114 a 40 °C de temperatura, con el fin de separar el alcohol de las sustancias extraídas. Los extractos obtenidos se empacaron en recipientes de vidrio color ámbar con capacidad de 1 litro y se almacenaron a una temperatura de 4 °C durante cinco días.

**Bioensayos.** Las concentraciones letales de los extractos obtenidos fueron escogidas a través de bioensayos iniciales y se situaron entre los límites de respuesta inferior, donde el producto no causó mortalidad y el superior, donde generó 100% de mortalidad para cada individuo. Las concentraciones evaluadas de los productos fueron: en *R. communis* 0,15; 0,3; 0,45; 0,6; 0,75; 0,9; 1; 1,2; 1,35; 1,50; 1,65; 1,8 y 2%; en *A. squamosa* 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25 y 2,5%, y en *E. globulus* 4; 8; 12; 16; 20; 24; 28; 32; 36; 40 y 44%. Los bioensayos de concentración respuesta fueron realizados utilizando 20 adultos hembras de *T. vaporariorum* de tres días de edad. Los extractos fueron asperjados sobre hojas de frijol de 30 días de edad, con un aspersor manual Calima® de cinco litros, provisto con una boquilla tipo cono regulable, a 5 lb/pul<sup>2</sup> y un volumen de aplicación de 3,0 ml, calibrado previamente en ensayos de laboratorio. Las plantas asperjadas con los extractos y con agua (testigo) fueron expuestas al ambiente por una hora, para el secado del producto. Los adultos de *T. vaporariorum*, en una jaula pinza construida con dos tubos de pvc transparentes (diámetro = 2,5 cm; profundidad = 2,0 cm) y muselina, se colocaron sobre las hojas de la planta de frijol. A la parte inferior de jaula se le hizo un orificio en donde se introducían los adultos de mosca blanca con la ayuda de un aspirador bucal y posteriormente se tapó dicho orificio con una mota de algodón (Fajardo *et al.* 2013). Las plantas tratadas fueron mantenidas en cámara climatizada (25 ± 2 °C, 83 ± 10% HR y 13h de luz), y la mortalidad de los adultos fue evaluada 24 h después de la aplicación de los productos. La evaluación de la acción subletal de los productos sobre *T. vaporariorum* siguió la misma metodología y condiciones ci-

tadas para la evaluación de la acción letal de los productos; el tiempo de evaluación fue de ocho días después de aplicados los tratamientos en donde se evaluó la mortalidad y el número de estados de desarrollo de la plaga. Para cada concentración de cada producto, fueron utilizadas cinco repeticiones, donde cada repetición fue representada por hojas de frijol con la jaula pinza y 20 individuos de *T. vaporariorum*.

**Ánalisis de datos.** Las concentraciones letales 50 y 95 con sus respectivos intervalos de confianza al 95%, fueron estimadas mediante el análisis Probit (Finney 1971). La evaluación del efecto subletal, se realizó a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento ( $r_i$ ), siguiendo la fórmula de Stark y Banks (2003):  $r_i = \ln(Nf / N0) / \Delta t$ , donde  $Nf$ ; es el número final de individuos,  $N0$ ; es el número inicial de individuos,  $\Delta t$ ; es la variación de tiempo (duración del experimento ocho días). El valor positivo de  $r_i$  significa que la población está en crecimiento;  $r_i = 0$ , indica que la población está estable, mientras que un valor negativo señala que la población está en descenso y en vías de extinción. Para estimar esta tasa se realizaron análisis de regresión lineal, donde  $r_i$  estuvo en función de las concentraciones utilizadas.

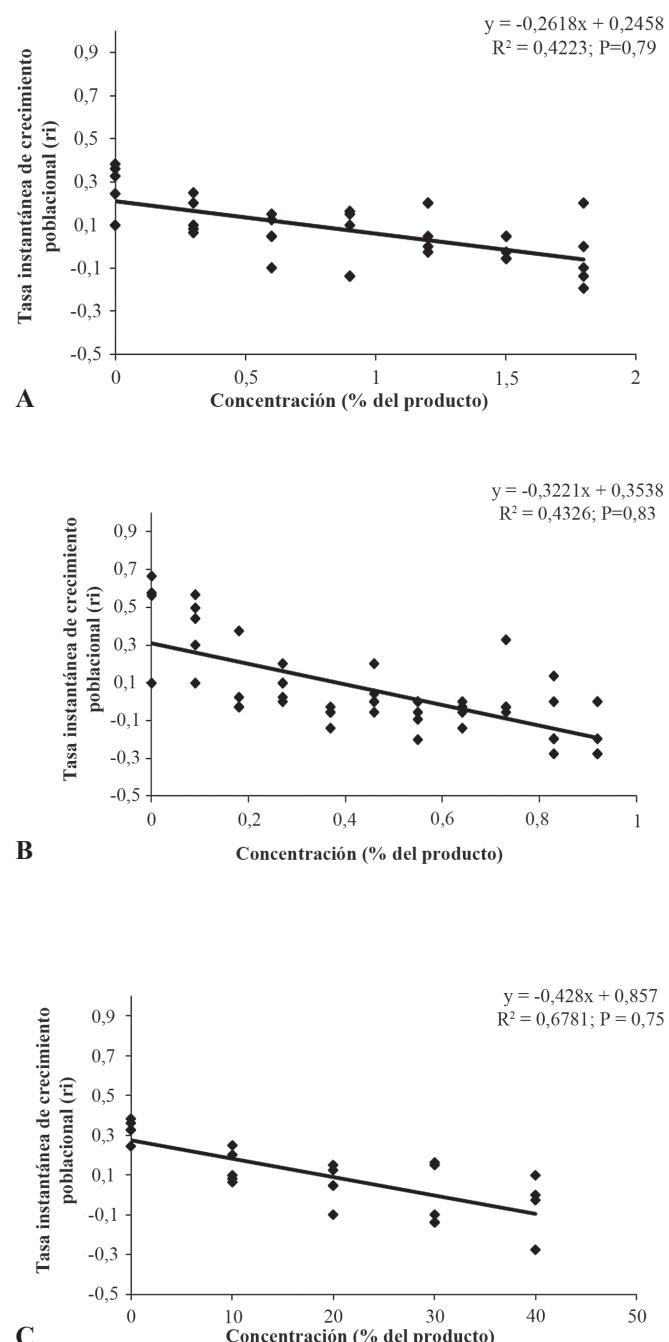
## Resultados

**Toxicidad letal.** Los valores más altos de toxicidad correspondieron para la higuerilla con una  $Cl_{50}$  de 1,22% y la  $Cl_{95}$  de 1,79% de concentración del producto; para el anón, los valores para la  $Cl_{50}$  fueron de 0,89% y para la  $Cl_{95}$  de 1,12% de concentración del producto, y la menor toxicidad correspondió para el eucalipto, con valores de una  $Cl_{50}$  de 31,18% y la  $Cl_{95}$  de 38,1% de concentración del producto (Tabla 1). Los extractos de higuerilla y de anón fueron 7,6 y 5,3 veces más tóxicos que el extracto de eucalipto, respectivamente.

**Efecto subletal.** La tasa instantánea de crecimiento poblacional ( $r_i$ ) de *T. vaporariorum* tuvo un crecimiento lineal negativo, a medida que se aumentaron las concentraciones de los tres extractos (Figs. 1 A, B y C). Las poblaciones de la mosca blanca decrecieron constantemente hasta obtener un  $r_i$  igual a cero producido por las concentraciones de 1,18%, 0,61% y 29,71% para higuerilla, anón y eucalipto, respectivamente (Figs. 1A, B y C). A partir de estas concentraciones de los diferentes extractos las poblaciones se estabilizan en el decrecimiento y tienden a la extinción (Stark y Banks 2003).

## Discusión

El uso excesivo de insecticidas de síntesis química para el control de *T. vaporariorum* en Colombia, ha producido altos niveles de resistencia en esta plaga (Cardona *et al.* 2011),



**Figura 1.** Tasa instantánea de crecimiento poblacional ( $r_i$ ) para adultos de la mosca blanca, *T. vaporariorum*, sobre hojas de frijol pulverizadas con diversas concentraciones de A) higuerilla, B) anón y C) eucalipto.

**Tabla 1.** Toxicidad de productos vegetales alternativos a adultos de la mosca blanca, *T. vaporariorum*.

Producto	N <sup>1</sup>	Coeficiente Angular ± EP <sup>2</sup>	Cl50 <sup>3</sup> (I.C. a 95%)	Cl95 <sup>4</sup> (I.C. a 95%)	$x^2$	P
Higuerilla	90	0,36 ± 0,18	1,22 (0,98- 1,54)	1,79 (1,15- 1,97)	0,51	0,79
Anón	120	0,39 ± 0,12	0,89 (0,54- 1,12)	1,12 (0,96- 1,74)	0,69	0,83
Eucalipto	170	0,53 ± 0,32	31,18(28,7- 33,2)	38,1(25,2- 39,3)	0,87	0,75

<sup>1</sup> Número de moscas evaluadas

<sup>2</sup> Coeficiente angular y error padrón de la media

<sup>3</sup> Concentración letal media e intervalo de confianza al 95%

<sup>4</sup> Concentración letal que causa 95% de mortalidad e intervalo de confianza al 95%

hecho que impulsa a utilizar alternativas de manejo como, por ejemplo, el uso de insecticidas bioracionales, los cuales han sido catalogados como específicos a las plagas insectiles y menos tóxicos o relativamente inocuos a los organismos no blanco (Horowitz *et al.* 2009). En este sentido los extractos evaluados, en este trabajo, mostraron alto potencial para reducir el crecimiento poblacional de *T. vaporariorum*. El poder insecticida y disuasor de la higuerilla puede ser atribuido a la presencia de un alcaloide conocido como ricina, de toxicidad comprobada en varias especies de mosquitos como *Anopheles*, *Culex*, *Aedes* y *Culiseta longiareolata* (Macq.) (Brahim *et al.* 2006; Mandal 2010). A pesar de ese efecto tóxico, ese alcaloide tiene una toxicidad muy baja en mamíferos, siendo por esto considerada una sustancia muy segura para humanos (Ferraz *et al.* 1999). Esta cualidad sumada a su alta toxicidad en adultos de *T. vaporariorum* convierte a los extractos y aceites esenciales de esta planta en candidatos promisorios para el control de la mosca blanca. De acuerdo con Tokarnia *et al.* (2002), la fuente primaria de la toxina son las semillas, sin embargo en el resto de la planta también existe pero en bajas cantidades. La ricina causa la muerte celular aguda por inactivación del ARN ribosomal e inhibición de proteínas, después de la absorción en las células por endocitosis (Parikh *et al.* 2008). La toxicidad de extractos de las semillas de *A. squamosa* ha sido estudiada también en varias especies de mosquitos, como en *A. albopictus* donde fue probada su acción adulticida, larvicida, ovicida, disuasiva y quimiesterilizante (Senthilkumar *et al.* 2009; Kempraj y Bhat 2011). El ingrediente activo que causa la toxicidad en insectos, corresponde a un amplio rango de acetogeninas y etil oleato e iso-octil-ftalato (Kempraj y Bhat 2011). Estas acetogeninas de anonáceas son conocidas como potentes inhibidores de la respiración mitocondrial de la cadena del complejo I (Miyoshi *et al.* 1998).

De los tres extractos evaluados, solo para el de eucalipto existe información sobre su acción en *T. vaporariorum*. Al respecto Choi *et al.* (2003), al evaluar varios aceites esenciales de diferentes plantas para el control de *T. vaporariorum* encontraron un gran potencial en el aceite de *Eucalyptus globulus*. A una concentración de  $2,3 \times 10^{-3}$  se obtuvo una mortalidad del 100% en adultos; y a  $9,3 \times 10^{-3}$  la mortalidad fue del 98% para ninfas y huevos de la plaga. De forma similar, Salazar *et al.* (2003), observaron que los extractos etanólicos de *E. globulus*, al 30% y 60%, causaron 90% de mortalidad y repelencia en los adultos *T. vaporariorum*.

Los extractos y aceite de eucalipto pueden actuar directamente como repelente natural de insectos y proporcionan protección contra mosquitos y varios artrópodos de importancia médica. Además, tienen amplia acción antialimentaria en varias importantes plagas (Batish *et al.* 2008). Según Yang *et al.* (2004) el mayor componente del aceite esencial de *E. globulus* es el monoterpeno 1,8-cineol, cuya toxicidad es mayor contra los piojos de la cabeza humana, *Pediculus humanus capititis* (De Geer) que los productos comerciales delta fenotril o piretro. Estas investigaciones reafirman a los aceites esenciales de eucalipto como seguros y eficaces. Sin embargo, debido a los elevados volúmenes de solución madre que se requieren para realizar aspersiones en campo, su uso se considera inviable por el alto valor de la materia prima.

Con base a lo anterior, la higuerilla y el anón representan las alternativas más adecuadas para el control de *T. vaporariorum*, especialmente en sistemas de producción como en los cultivos orgánicos donde los agroquímicos no son permi-

tidos. No obstante, la eficiencia de estos productos alternativos, así como la selectividad a enemigos naturales necesita ser investigada en condiciones de campo, buscando determinar la mejor dosis y formulación (Soto 2010).

En relación a los efectos de dosis subletales los mismos suelen ser manifestados en la población de un insecto a través de la reducción en el período de vida, disminución de la fertilidad, reducción de la fecundidad, cambios en la relación sexual y en el comportamiento de alimentación (Stark *et al.* 1992). Esto demuestra la importancia de utilizar concentraciones subletales de los productos alternativos para el manejo de *T. vaporariorum*. La decisión de usar concentraciones letales o subletales de los productos alternativos depende del nivel de población de la plaga al momento de realizarse el monitoreo y de los umbrales económicos de la plaga. De acuerdo con los resultados de la presente investigación, los extractos de higuerilla y anón tienen alto potencial y, por lo tanto, debe evaluarse su capacidad insecticida en laboratorio y campo, que permita incluirlos como alternativas para el manejo integrado de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Caldas por el financiamiento de esta investigación. Al profesor Luis Fernando Mejía Gutiérrez por la obtención de los extractos vegetales.

### Literatura citada

BAILEY, A.; CHANDLER, D.; GRANT, W. P.; GREAVES, J.; PRINCE, G.; TATCHELL, M. 2010. Biopesticides pest management and regulation, Wallingford, CABI, 232 p.

BATISH, D. R.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K.; KAUR, S. 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management* 256 (12): 2166-2174.

BRAHIM, A.; SAADIA, O.; FOUAD, M.; SAADIA, M. 2006. Preliminary evaluation of larvicidal activity of aqueous extracts from leaves of *Ricinus communis* L. and wood of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast., on the larvae of four mosquito species: *Culex pipiens* (Linne), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) and *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 10: 67-71.

BUENO, J. M.; CARDONA, C.; CHACÓN, P. 2005. Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) en habichuela y frijol. *Revista Colombiana de Entomología* 31 (2): 34-42.

CARDONA, C.; RODRÍGUEZ, I.; BUENO, J.; TAPIA, X. 2005. Biología y manejo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y frijol. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín técnico No. 2, 50 p.

CARDONA, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; LÓPEZ-AVILA, A.; BUENO, J.; RAMÍREZ, J. 2011. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 33-38.

CHOI, W. I.; LEE, E. H.; CHOI, B. R.; PARK, H. M.; AHN, Y. J. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 96 (5): 1479-1484.

DEHGHANI, M.; AHMADI, K. 2013. Influence of some plant extracts and commercial insecticides on the eggs of *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46 (10): 1127-1135.

DUBEY, N. K.; RAVINDRA, S. A.; KUMAR, A.; SINGH, P.; PRAKASH, B. 2011. Editor Global scenario on the application of natural products in integrated pest management programmes. pp. 1-20. En: DUBEY, N. (Ed.). Natural products in plant pest management. Wallingford. CAB International.

FAJARDO, S. C.; SOTO, A.; KOGSON, J. F. 2013. Eficiencia de productos alternativos contra *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural 17 (1): 91-97.

FANG, X. P.; RIESER, M. J.; GU, Z. M.; ZHAO, G. X.; Mc LAUGHLIN, J. L. 1993. Ammonaceous acetogenins, an updated review. *Phytochemical Analysis* 28 (4): 35-44.

FERRAZ, A. C.; ANGELUCCI, M. E. M.; DA COSTA, M. L.; BATISTA, I. R.; DE OLIVEIRA, B. H.; DA CUNHA, C. 1999. Pharmacological evaluation of ricinine, a central nervous system stimulant isolated from *Ricinus communis*. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 63 (3): 367-375.

FINNEY, D. J. 1971. Probit analysis. Cambridge: Cambridge University Press. 333 p.

FLOREZ, A. L.; MESA, S. V. 2007. Monografía sobre pruebas de actividad biológica con dos organismos modelos en acetogeninas de annonaceae con actividad biopesticida. *Revista Universidad Tecnológica de Pereira* 4: 1-45.

GONZALEZ, A.; KAFAROV, V.; GUZMAN, A. 2009. Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. *Revista Prospectiva* 7 (2): 53-60.

HENAO, D.; SOTO, A.; FLOREZ, L. 1999. Extractos vegetales para el manejo de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en tomate. *Boletín Fitotecnia* No. 44. Universidad de Caldas, Colombia. 4 p.

HOROWITZ, A. R.; ELLSWORTH, P. C.; ISHAAYA, I. 2009. Biorational pest control—An overview. pp. 1-20. En: ISHAAYA, I., HOROWITZ, A. R. (Eds.). *Biorational Control of Arthropod Pests, Application and Resistance Management*, Dordrecht: Springer Science+Business Media.

HMAMOUCHI, M.; TANTAOUI-ELERAOKI, A.; ES-SAFI, N.; AGOUMI, A. 1990. Mise en évidence des propriétés antibactériennes et antifongiques des huiles essentielles d'Eucalyptus. *Plantes Medicinales et Phytothérapie* 24 (4): 362-366.

HUGHES, B.; OLSEN, L.G; WHITFORD, F. 2008. Assessing pesticide risks to humans: putting science into practice. pp. 220-234. En: RADCLIFFE, E. B; HUTCHISON, G. D.; CANCELADO, R. E. (Eds.). *Integrated Pest Management*. Cambridge. Cambridge University Press.

INBAR, M.; GERLING, D. 2008. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. *Annual Review of Entomology* 53: 431-448.

JEPSON, P. C. 2008. Assessing environmental risks of pesticides. pp. 205-219. En: RADCLIFFE, E. B; HUTCHISON, G. D.; CANCELADO, R. E. (Eds.). *Integrated pest management*. Cambridge. Cambridge University Press.

KIM, D. I.; PARK, J. D.; KIM, S. G.; KUK, H.; JANG, M. S.; KIM, S. S. 2005. Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 8 (1): 93-100.

KEMPRAJ, V.; BHAT, S. K. 2011. Acute and reproductive toxicity of *Annona squamosa* to *Aedes albopictus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 100 (1): 82-86.

KOURI, J.; FERREIRA DO SANTOS, R.; LEMOS, B. M. A. 2006. Cultivo da mamona –importância económica. En: Embrapa Algodão – sistemas de produção (versión electrónica). Disponible en: <http://sistemas de producción. optia.embrapa.br/FontesHTML/mamoma/cultivodamamona2ed/importancia.html>. [Fecha de revisión: marzo 2013].

LÓPEZ, S. N.; RIQUELME, M.B.; BOTTO, E. 2010. Integración del control biológico y químico de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología* 36 (2): 190-194

MANDAL, S. 2010. Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 3 (8): 605-609.

MARTIN, J. H. 1987. An identification guide to common whitefly pest species of the World (Homoptera: Aleyrodidae). *Tropical Pest Management* 33: 298-322.

MIYOSHI, H.; OHSHIMA, M.; SHIMADA, H.; AKAGI, T.; IWAMURA, H.; MCLAUGHLIN, J. L. 1998. Essential structural factors of annonaceous as potent inhibitors of mitochondrial complex I. *Biochimica et Biophysica Acta* 1365: 443-452.

PARIKH, B. A.; TORTORA, A.; LI, X-P.; TUMER, M. E. 2008. Ricin inhibits activation of the unfolded protein response by preventing splicing of the HAC1 mRNA. *Journal of Biological Chemistry* 283: 6145-6153.

PITA, R.; ANADÓN, A.; MARTÍNEZ, M. 2004. Ricina: una fitotoxina de uso potencial como arma. Departamento de Toxicología y Farmacología. *Revista de Toxicología* 21: 51-56.

RODRÍGUEZ, C. 2006. Plantas contra plagas. Epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuerilla y sabadilla. 1 ed. Tlaxcala. México. RAPAL, RAPAM, SOMAS. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, 209 p.

SALAZAR, G. C.; BETANCOURTH, G. C. A.; BACCA, T. 2003. Evaluación de extractos vegetales sobre mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en frijol, en condiciones de laboratorio. *Revista de Ciencias Agrícolas* 20 (1-2): 50-61.

SENTHILKUMAR, N.; VARMA, P.; GURUSUBRAMANIAN, G. 2009. Larvicidal and adulticidal activities of some medicinal plants against the malarial vector, *Anopheles stephensi* (Liston). *Parasitology Research* 104 (2): 237-244.

SOTO, A. 2010. Control de ácaros en café con el uso del caldo sulfocálcico. Manizales. Universidad de Caldas. *Boletín Fitotecnia* N° 161. Manizales, Caldas. 2 p.

STARK, J. D.; VARGAS, R. I.; MESSING, R. H.; PURCELL, M. 1992. Effects of cyromazine and diazinon on three economically important Hawaiian tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their endoparasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology* 85: 1687-1694.

STARK, J. D.; BANKS, J. E. 200. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology* 48: 505-19.

TOKARNIA, C. H.; DOBERENIER, J.; PEIXOTO, P. V. 2002. Poisonous plants affecting livestock in Brazil. *Toxicon* 40: 1635-1660.

YÁÑEZ, R. X.; PÉREZ, O. G.; MEZA, H. 2010. Actividad larvicida del aceite esencial foliar de *Eucalyptus globulus* contra *Aedes aegypti* Linnaeus. *Revista Bistua* 8 (1): 71-77.

YANG, Y. C.; CHOI, H. C.; CHOI, W. S.; CLARK, J. M.; AHN, Y. J. 2004. Ovicidal and adulticidal activity of *Eucalyptus globulus* leaf oil terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 2507-2511.

Recibido: 16-sep-2013 • Aceptado: 3-nov-2014

Citación sugerida:

GARCÍA V., V. L.; SOTO G., A.; BACCA, T. 2014. Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología* 40 (2): 143-147. Julio-Diciembre 2014. ISSN 0120-0488.